PENERAPAN PETA KENDALI STANDAR DEVIASI PADA PROSES ARIMA

Nadila[1], Erna Tri Herdiani[2], Nasrah Sirajang[3]

[1]*Mahasiswa Program Studi Statistika FMIPA Universitas Hasanuddin*

[2,3]*Dosen Program Studi Statistika FMIPA Universitas Hasanuddin*

E-mail: nadilayusuf3@gmail.com

ABSTRAK

Peta kendali merupakan salah satu metode dalam pengendalian kualitas statistik yang digunakan untuk memantau suatu proses produksi.Peta kendali dibentuk dengan asumsi bahwa observasi dari suatu proses adalah saling bebas dan berdistribusi normal. Namun, dalam kehidupan nyata dimungkinkan data yang dikumpulkan dalam waktu sering menunjukkan ketergantungan dimana pengamatan membentuk proses yang berautokorelasi yang akan berdampak pada performa peta kendali tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk melihat performa peta kendali standar deviasi dengan data transformasi melalui proses ARIMA. Untuk melihat hasil interpretasi tersebut dilakukan dengan membandingkan dengan peta kendali standar deviasi dengan data aktual . Data yang digunakan adalah data bulanan produksi coklat di Indonesia yang menghasilkan model *autoregressive* orde satu, AR(1). Hasil penelitian menunjukkan bahwa peta kendali *S* dengan data transformasi melalui proses ARIMA lebih sensitif untuk mendeteksi sampel yang jatuh di luar batas kendali dibandingkan dengan bagan kendali *S* standar dengan data aktual.

Kata Kunci: bagan kendali *S*, autokorelasi, *time series*, proses ARIMA

I. Pendahuluan

Peta kendali merupakan salah satu metode dalam pengendalian kualias statistik yang digunakan untuk memantau suatu proses produksi. Peta kendali yang hanya mempunyai satu karasteristik kualitas, digunakan bagan kendali univariat. Peta kendali dibentuk berdasarkan asumsi bahwa pengamatan dari proses tersebut saling bebas (Timmer dkk,1998) dalam kuswendi. Namun, dalam praktek dimungkinkan terjadi proses yang berautokorelasi, keadaan ini akan berdampak pada performa peta kendali tersebut. Jika data univariat memiliki hubungan dari waktu ke waktu seperti autokorelasi yang menunjukkan hubungan antara pengamatan pada dua titik waktu yang berbeda, maka pembentukan batas kendali akan tergantung pada nilai autokorelasi.

Autokorelasi akan muncul karena berdasarkan sifat data sekarang dipengaruhi oleh data pada waktu- waktu sebelumnya. Autokorelasi sering dijumpai dalam data deret waktu. Deret waktu (*time series*) merupakan serangkaian data pengamatan yang terjadi berdasarkan indeks waktu secara berurutan dengan interval waku tetap (Sukarna, 2006). Pada penulisan ini, data berautokorelasi dalam proses ARIMA akan diaplikasikan pada peta kendali standar deviasi. Perancangan peta kendali standar deviasi yang digunakan untuk mengetahui pengaruh autokorelasi dengan membandingkan nilai aktual dan nilai hasil transformasi dengan proses ARIMA.

Kajian dampak autokorelasi pada peta kendali *shewhart* rata-rata telah dibahas oleh Handayani (2012) dalam kuswendi.Dalam penelitiannya Handayani menyimpulkan bahwa keberadaan autokorelasi dapat mempengaruhi lebar batas kendali dari peta kendali dimana batas kendali standar menjadi lebih melebar (kuswendi, 2015). Kuswendi (2015) menggunakan peta kendali EWMA dengan proses *autoregressive* orde satu dengan memperoleh kesimpulan bahwa peta kendali EWMA untuk proses AR(1) mempunyai batas-batas kendali yang lebih sempit dibandingkan dengan peta kendali EWMA standar.

Suzana Leitão Russo (2012) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa autokorelasi tidak memiliki pengaruh terhadap sensitifitas lebar batas kendali standar deviasi.

Berdasarkan hal tersebut, penulis tertarik untuk mengkaji ulang tulisan Suzana Leitão Russo dengan judul **"Penerapan peta kendali standar deviasi pada proses ARIMA"**

II. Tinjauan Pustaka

Peta Kendali Standar Deviasi

S-chart atau *Standard Deviation* chart digunakan untuk mendeteksi apakah karakteristik proses stabil. Peta kendali standar deviasi digunakan untuk mengukur tingkat keakurasian suatu proses dan memantau proses yang mempunyai karakteristik bersifat kontinyu (data variabel) berdasarkan rata-ratanya (Andriani, 2014).

Peta kendali S (Suzana Leitao Russo, 2012):

$$\text{UCL} = B_4\bar{s}$$

$$\text{CL} = \bar{s}$$

$$\text{LCL} = B_3\bar{s} \qquad (1)$$

Dengan B_3 dan B_4 adalah nilai tabel konstan untuk peta kendali *S*.

Stasioner dan Non Stasioner

Kestasioneran data merupakan kondisi yang diperlukan dalam analisis deret waktu karena dapat memperkecil kekeliruan model (Mulyana, 2004). Stasioneritas berarti fluktuasi data berada di sekitar suatu nilai rata-rata yang konstan. Untuk mengatasi ketidakstasioneran data dapat dilakukan dengan melakukan pembedaan (*differencing*).

ACF dan PACF

Fungsi Autokorelasi atau *Autocorrelation function* (ACF) adalah suatu fungsi yang menunjukkan besarnya korelasi antara pengamatan waktu ke-t dengan pengamatan pada waktu–waktu yang sebelumnya. Fungsi autokorelasi menunjukkan koefisien autokorelasi yang merupakan pengukuran korelasi antara observasi pada waktu yang berbeda (Cryer, 1986). Sampel fungsi autokorelasi didefinisikan sebagai:

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k}(Z_t-\bar{Z})(Z_{t+k}-\bar{Z})}{\sum_{t=1}^{n}(Z_t-\bar{Z})^2} \quad (3)$$

dengan $\bar{Z} = \sum_{t=1}^{n}\frac{Z_t}{n}$ adalah rata-rata sampel (Wei, 2006).

k = periode waktu

n = total banyaknya data

Pengujian signifikan autokorelasi dapat dilakukan dengan:

1. hipotesis

$H_0: r_k = 0$ (koefisien autokorelasi tidak signifikan)

$H_1: r_k \neq 0$ (koefisien autokorelasi signifikan)

2. Statistik uji yang digunakan adalah

$$t = \frac{r_k}{SE(r_k)}$$

dengan $SE(r_k) = \sqrt{\frac{1+2\sum_{i=1}^{k-1} r_i^2}{n}}$

3. Kriteria keputusan: H_0 ditolak jika $|t_{hit}| > t_{\frac{\alpha}{2},n-1}$

Autokorelasi parsial digunakan untuk mengukur tingkat keeratan antara Z_t dan Z_{t-k}, apabila pengaruh dari *lag* waktu (*time lag*) 1, 2, 3, … ,k-1 dianggap terpisah. (Sukarna, 2006).

Nilai *partial autocorrelation function* pada *lag-k* adalah ;

$$\phi_{kk} = \frac{r_k-\sum_{j=1}^{k-1}\phi_{k-1,j}r_{k-j}}{1-\sum_{j=1}^{k-1}\phi_{k-1,j}r_j} \quad (4)$$

dengan ϕ_{kk} adalah autokorelasi parsial antara Z_t dan Z_{t+k}.

Metode *Least Square Estimation*

Model ARIMA (1,0,0) dinyatakan sebagai berikut;

$$Z_t = c + \emptyset Z_{t-1} + \alpha_t \quad (5)$$

Parameter c dan $\emptyset$ dapat diestimasi dengan menggunakan metode *least squares*. Metode *least squares* merupakan suatu metode yang dilakukan dengan cara mencari nilai parameter yang meminimumkan jumlah kuadrat kesalahan. Penaksiran dilakukan dengan meminimalkan jumlah kuadrat residu (S) dengan cara menurunkan persamaan terhadap parameter $\emptyset$ dan c.

$$\alpha_t = Z_t - c - \emptyset Z_{t-1}$$

$$S = \sum_{t=2}^{n}\alpha_t^2 = \sum_{t=2}^{n}[Z_t - c - \emptyset Z_{t-1}]^2$$

$$\left.\frac{\partial S}{\partial c}\right|_{c=\hat{c}} = 0 \quad (6)$$

$$\left.\frac{\partial S}{\partial \emptyset}\right|_{\emptyset=\hat{\emptyset}} = 0 \quad (7)$$

Pemeriksaan Diagnostik

Pemeriksaan diagnostik (*diagnostic checking*) dengan menguji kesignifikanan model meliputi uji asumsi *white noise* dan kenormalan residu. pengujian tentang asumsi sisa (residual), pengujian *white noise* dengan metode Uji *Ljung-Box*, dan pengujian sisa berdistribusi normal dengan uji *Jarque Bera* (Sukarna, 2006).

Proses *White Noise*

Residu (α_t) adalah perbedaan Antara nilai observasi dan nilai taksiran. Karena asumsi bahwa residual adalah independen dan berdistribusi secara identik, maka harus diperiksa apakah residu mengikuti proses *white noise*. Sebuah proses (α_t) disebut *white noise* jika merupakan serangkaian variabel acak yang tidak berkorelasi dengan rata-rata $E(\alpha_t) = 0$, dan variansi konstan. Langkah pengujian *white noise* (wei, 2006):

Langkah pengujian *ljung-Box*:

1. Hipotesis
   $H_0: r_1 = r_2 = \cdots = r_K = 0$ (Tidak ada korelasi pada residu)
   H_1: paling sedikit ada satu $r_K \neq 0$, untuk $k = 1,2, \dots K$ (Ada korelasi pada residu)
2. Statistik uji yang digunakan adalah statistic *Ljung Box-Pierce* yang dirumuskan dengan,
   $$Q_K = n(n+2)\sum_{k=1}^{K}\frac{r_k^2}{n-k} \qquad (8)$$
   dengan n adalah banyaknya observasi, K adalah banyaknya lag yang diuji, r_K adalah nilai koefisien autokorelasi pada lag-*k*.

3. Kriteria keputusan: $Q < X^2_{\alpha;df}$ dengan (db=*k*-*p*). Jika *p-value* dari Q-statistik $\geq \alpha$, maka H_0 diterima dan menunjukkan bahwa tidak ada autokorelasi dalam sisaan sampai lag ke-k, begitu juga sebaliknya (Wei, 2006).

III. Metodologi

Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data produksi bulanan perkebunan coklat, Indonesia (000 Ton) pada bulan Januari tahun 2009 sampai dengan bulan Desember tahun 2013 yang diambil dari www.bps.go.id.

Metode Analisis

1. Menguji kenormalan data dengan menggunakan uji *Jarque Bera*
2. Mengidentifikasi kesignifikanan autokorelasi dengan plot ACF (*Autocorrelation function*) dan statistik uji t
3. Mengecek kestasioneran data dengan plot *time series* dan Plot ACF
4. mengidentifikasi model dugaan dari data
5. Melakukan penaksiran parameter dengan menggunakan metode *least square estimation*
6. Melakukan pemeriksaan diagnostik yaitu meliputi uji kesignifikanan parameter dengan statistik uji-*t* dan uji kesesuaian model yaitu uji sisa *white noise* dengan menggunakan statistik uji *Ljung Box* dan uji kenormalan Residu dengan menggunakan uji *Jarque Bera*
7. Membentuk bagan kendali menggunakan bagan kendali S berdasarkan

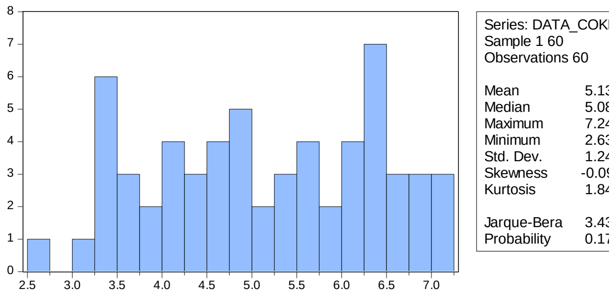
data aktual dan data hasil transformasi ARIMA

8. Membandingkan hasil interpretasi bagan kendali S berdasarkan data aktual dan data hasil transformasi ARIMA.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Kenormalan Data

Normalitas dari data dapat dideteksi dengan melihat probabilitas Jarque Bera dari data.

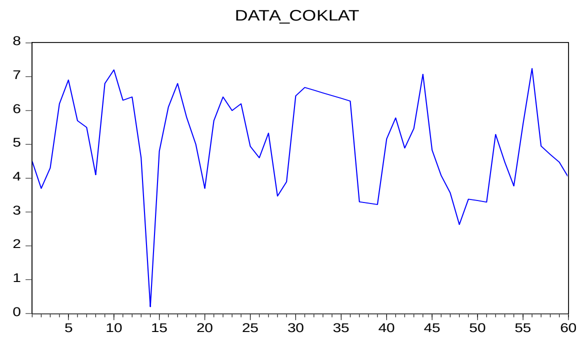


Gambar 1. Uji Normalitas Data

Berdasarkan gambar 4.1 nilai probabilitas Jarque Bera yang diperoleh = 0.179. Karena p-value lebih besar dari 0.05 (p-value > 0.05), maka dapat dikatakan bahwa data mengikuti distribusi normal.

Kestasioneran Data

Sebelum pemodelan *time series* langkah pertama yang akan dilakukan adalah dengan mengidentifikasi kestasioneran data melalui plot *time series*.

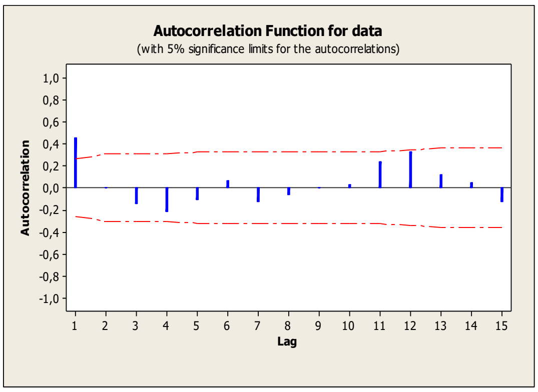


Gambar 2. *time series* data coklat

Pada gambar 2, dapat disimpulkan bahwa data telah staioner, karena terlihat dari data diatas menunjukkan data berfluktuasi disekitar rata-rata.

Identifikasi Model

Model *time series* pada data dapat ditentukan dengan melihat *correlogram* atau hasil plot ACF (*Autocorrelation Function*)



Gambar 3 plot ACF

Berdasarkan gambar 3 terlihat bahwa autokorelasi data signifikan pada *time* lag ke-1.sehingga secara visual dapat disimpulkan bahwa data mengikuti model ARIMA (1,0,0).

Estimasi parameter

model ARIMA (1,0,0)

$$S = \sum_{t=2}^{n} \alpha_t^2 = \sum_{t=2}^{n} [Z_t - c - \emptyset Z_{t-1}]^2$$

Penaksiran parameter c:

$$\left.\frac{\partial S}{\partial c}\right|_{c=\hat{c}} = 2\sum_{t=2}^{n}[Z_t - \hat{c} - \emptyset Z_{t-1}]^2\,(-1) = 0$$

Sehingga diperoleh:

$$\frac{\sum_{t=2}^{n} Z_t - \emptyset \sum_{t=2}^{n} Z_{t-1}}{n} = \hat{c} \qquad (9)$$

Penaksiran parameter $\emptyset$:

$$\left.\frac{\partial S}{\partial \emptyset}\right|_{\emptyset=\hat{\emptyset}} = 2\sum_{t=2}^{n}[Z_t - c - \hat{\emptyset} Z_{t-1}](-Z_{t-1}) = 0$$

Sehingga diperoleh:

$$\frac{\sum_{t=2}^{n} Z_t Z_{t-1} - c\sum_{t=2}^{n} Z_{t-1}}{\sum_{t=2}^{n} Z_{t-1}^2} = \hat{\emptyset} \qquad (10)$$

Dengan menggunakan software minitab, diperoleh estimator pada tabel berikut.

Tabel 1 Estimasi Parameter untuk *ARIMA* (1,0,0)

Parameter	Estimasi	T hitung	*P value*
AR (1) / Ø	0,4568	3,89	0,000
Constant	2,7422	16,99	0,000

Berdasarkan pada tabel 4.1 diperoleh koefisien estimasi parameter untuk model ARIMA (1,0,0) telah signifikan. Dapat dilihat bahwa nilai $P\ value < \alpha\ (0.000 < 0{,}05)$ dan pada taraf signifikan $\alpha = 0{,}05$ dengan derajat kebebasan 58 diperoleh $|T\ Hitung|$ = 3,89 >1,6715.

Setelah pendugaan parameter dilakukan, selanjutnya perlu diperiksa apakah asumsi model telah terpenuhi. Asumsi dasar adalah (α_t) *white-noise*, yaitu (α_t) sisaan acak tidak berkorelasi dan berdistribusi normal dengan rata-rata nol dan variansi konstan.

Uji *White Noise*

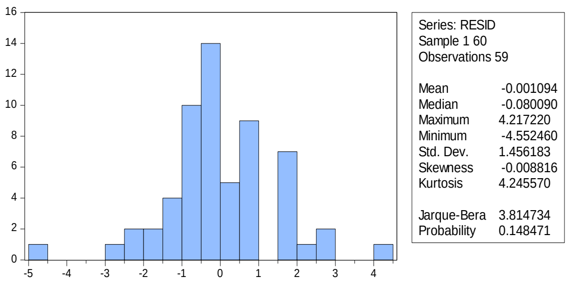
Tabel 2. Uji Ljung Box-Pierce

Ljung-Box (Q)	$\chi^2_{\alpha;\mathrm{df}}$	p-*value*
61.9978	76.7778	0.2709

Berdasarkan tabel 2 nilai dari statistik *Ljung-Box* (Q) lebih kecil dari tabel $\chi^2_{\alpha;\mathrm{df}}$. Artinya, tidak ada korelasi pada residu setiap pengamatan. Selain itu diperoleh p-*value* lebih besar dari nilai $\alpha = 0{,}05$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa residu memenuhi proses *white noise*.

Uji Kenormalan Residu

Uji Kenormalan Residu dilakukan untuk mengetahui apakah residu memenuhi asumsi kenormalan atau tidak. Uji asumsi normalitas yang digunakan adalah uji *Jarque Bera* .



Gambar 4 Uji Normalitas Residu untuk model ARIMA (1,0,0)

Pada gambar 4 merupakan hasil uji kenormalan dengan menggunakan metode *Jarque-Bera* diperoleh nilai *Probability Jarque-Bera* > α yaitu (0,148 > 0,05) hal ini menunjukkan bahwa nilai residu pada data berdistribusi normal. Sehingga model yang didapatkan adalah

$$\hat{Z}_t = 2.7422 + 0{,}456 Z_{t-1}$$

Peta Kendali *S*

Dalam *time series* stasioner, diasumsikan bahwa rata-rata, variansi dan struktur autokorelasi tidak berubah dari waktu ke waktu. Oleh karena itu, persamaan univariat *time series* stasioner,

$$E(Z_t) = E(Z_{t-1}) = \cdots = E(Z_{t-k}) = \mu$$
$$Var(Z_t) = E[(Z_t - \mu)^2] = E[(Z_{t-1} - \mu)^2$$
$$= \cdots = E[(Z_{t-k} - \mu)^2] = \sigma_Z^2$$
$$Cov(Z_t, Z_{t-k}) = E[(Z_t - \mu)(Z_{t-k} - \mu)] = \cdots$$
$$= E[(Z_{t-j} - \mu)(Z_{t-j-k} - \mu)]$$
$$= \gamma_k$$

dengan μ, σ_Z^2, dan γ_k masing-masing menunjukkan mean, variansi dan autokovariansi. model ARIMA (1,0,0) kondisi stasioner dihitung seperti berikut,

$$Z_t = C + \emptyset Z_{t-1} + \alpha_t$$

dengan α_t adalah proses *white noise* dengan mean nol dan variansi σ_α^2. Untuk kondisi stasioner, $E(Z_t) = E(Z_{t-1}) = \mu$. Oleh karena itu,

$$E(Z_t) = E(c) + E(\emptyset Z_{t-1}) + E(\alpha_t)$$
$$= E(c) + \emptyset E(Z_{t-1}) + E(\alpha_t)$$
$$= c + \emptyset\mu + 0$$

Sehingga diperoleh persamaan:

$$\mu = \frac{c}{1-\emptyset} \qquad (11)$$

Var (Zt) = $E\left(Z_t - E(Z_t)\right)^2$

$= E\left(Z_t - (c + \emptyset\mu)\right)^2$

$= E\ (C + \emptyset Z_{t-1} + \alpha_t - C - \emptyset\mu)^2$

$= E\ (\emptyset Z_{t-1} + \alpha_t - \emptyset\mu)^2$

$= E\left[\emptyset\ (Z_{t-1} - \mu) + \left(\alpha_t - E(\alpha_t)\right)\right]^2$

$= E\ [\ \emptyset^2\ (Z_{t-1} - \mu)^2 + E\ \left(2\emptyset(Z_t - \mu)\left(\alpha_t - E(\alpha_t)\right)\right) + E\ \left(\alpha_t - E(\alpha_t)\right)^2$

Berdasarkan asumsi analisis ragam dalam uji independensi bahwa nilai residual dan data pengamatan harus saling bebas, maka;

$E\ (Z_t - \mu)(\alpha_t - E(\alpha_t)) = 0$

Sehingga

$$= \emptyset^2 var(Z_{t-1}) + \sigma_\alpha^2$$
$$= \emptyset^2\sigma_Z^2 + \sigma_\alpha^2$$

Kemudian diperoleh persamaan:

$$\sigma_Z^2 = \frac{\sigma_\alpha^2}{1-\emptyset^2} \qquad (12)$$

Berdasarkan persamaan 12, dapat dibentuk peta kendali *S* dengan data hasil transformasi

$$UCL = B_4 \times \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}\sqrt{\frac{\sigma_\varepsilon^2}{1-\emptyset^2}}$$

$$CL = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}\sqrt{\frac{\sigma_\varepsilon^2}{1-\emptyset^2}}$$

$$LCL = B_3 \times \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}\sqrt{\frac{\sigma_\varepsilon^2}{1-\emptyset^2}} \qquad (13)$$

Peta kendali *S* dengan data aktual

Peta kendali S yang dibentuk dengan menggunakan data aktual

Tabel 3. Data Aktual

subgrup / Grup	1	2	3	4	5	6
1	4,50	3,70	4,30	6,20	6,90	5,70
2	5,50	4,10	6,80	7,20	6,30	6,40
3	4,60	4,20	4,80	6,10	6,80	5,80
4	5,00	3,70	5,70	6,40	6,00	6,20
5	4,94	4,6	5,33	3,47	3,89	6,43
6	6,68	6,6	6,52	6,44	6,36	6,28
7	3,30	3,26	3,22	5,16	5,78	4,89
8	5,47	7,07	4,83	4,08	3,57	2,63
9	3,38	3,34	3,29	5,29	4,47	3,77
10	5,60	7,24	4,95	4,70	4,47	4,02

Peta kendali S dengan data aktual dibentuk dengan batas kendali menggunakan persamaan 1

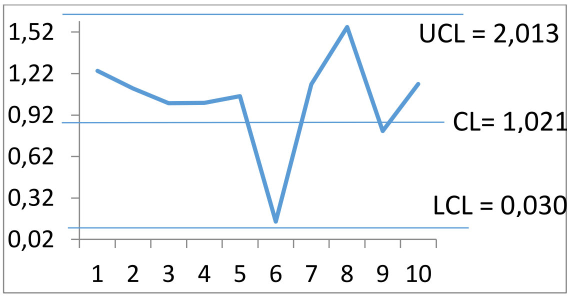
sehingga diperoleh:

$$UCL = 2{,}013$$

$$CL = 1{,}021$$

$$LCL = 0{,}03$$

Nilai batas kendali yang diperoleh digunakan untuk membentuk peta kendali S yang dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Peta Kendali S dengan data aktual

Berdasarkan gambar 5. diperoleh batas kendali atas dan bawah masing-masing sebesar 2,013 dan 0,030 dengan garis tengah yang menandakan rata-rata dari standar deviasi pada data sebesar 1,012. Pada grafik menggambarkan bahwa semua data berada dalam proses terkendali.

Peta Kendali S dengan data transformasi ARIMA (1,0,0)

Peta kendali S dengan menggunakan data transformasi dibentuk dengan proses ARIMA (1,0,0). Tabel 4.Pengolahan data setelah transformasi ARIMA (1,0,0)

Subgrup / grup	1	2	3	4	5	6
1	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
2	4,7	4,4	4,7	5,5	5,5	5,3
3	5,2	4,6	5,8	6,0	6,0	5,6
4	4,8	4,6	4,9	5,5	5,5	5,3
5	5,0	4,4	5,3	5,6	5,6	5,5
6	4,9	4,8	5,1	4,3	4,3	5,6
7	5,7	5,7	5,7	5,6	5,6	5,6
8	4,2	4,2	4,2	5,0	5,0	4,9
9	5,2	5,9	4,9	4,6	4,6	3,9
10	4,2	4,2	4,2	5,1	5,1	4,4

Selisih antara data aktual dengan data hasil transformasi dengan proses ARIMA (1,0,0) diperoleh nilai residu, pada tabel 5. berikut;

Tabel. 5. nilai residu

subgrup / grup	1	2	3	4	5	6
1	1,7	0,9	1,5	3,4	4,1	2,9
2	0,7	-0,3	2,0	1,6	0,7	1,0
3	-0,6	-0,4	-1,0	0,0	0,7	0,1
4	0,1	-0,9	0,7	0,8	0,4	0,8
5	-0,0	0,1	-0,0	-2,1	-1,7	0,8
6	1,6	1,7	1,3	2,1	2,0	0,6
7	-2,4	-2,4	-2,4	-0,5	0,1	-0,7
8	1,2	2,8	0,6	-1,0	-1,5	-2,3
9	-1,8	-2,6	-1,6	0,6	-0,1	-0,1
10	1,3	2,9	0,7	-0,4	-0,6	-0,4

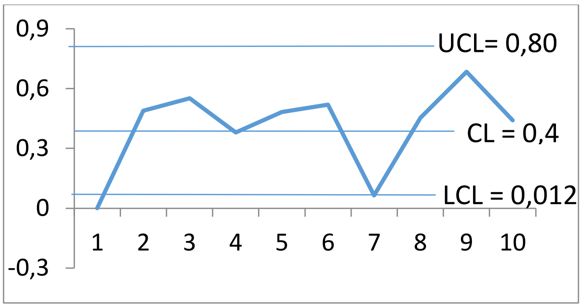
Dengan menggunakan persamaan 12 , sehingga diperoleh batas kendali:

$$UCL = 0{,}81$$

$$CL = 0{,}415$$

$$LCL = 0{,}012$$

Nilai batas kendali yang diperoleh digunakan untuk membentuk bagan kendali yang dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Peta Kendali S dengan Data Transformasi ARIMA (1,0,0)

Pada gambar 6, peta kendali S dengan menggunakan data Transformasi ARIMA (1,0,0), didapatkan garis tengah = 0,4 dengan batas atas dan bawah 0,8 dan 0,012. Pada peta kendali terdapat satu data yang melewati garis batas kendali. Hal ini berbeda dengan gambar 5, yaitu peta kendali S dengan menggunakan data aktual. Peta kendali S dengan data transformasi ARIMA (1,0,0) memiliki batas kendali yang lebih sempit sehingga lebih sensitif untuk mendeteksi adanya titik yang jatuh di luar batas kendali dibandingkan dengan batas kendali dengan menggunakan data aktual.

V. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut.

1. Peta kendali S dibentuk dengan mempertimbangkan nilai rata-rata dari standar deviasi subrgrup data. Batas kendali untuk data transformasi ARIMA (1,0,0) dibentuk dengan nilai parameter $\emptyset$ dan konstanta yang diperoleh melalui taksiran model ARIMA (1,0,0), batas kendali dibentuk dengan nilai tabel konstan B3 dan B4 masing-masing untuk penggunaan batas kendali bawah dan atas untuk peta kendali S dengan rata-rata standar deviasi ($\bar{S}$) yaitu $\frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}\sqrt{\frac{\sigma_\varepsilon^2}{1-\emptyset^2}}$. Berdasarkan hal tersebut, diperoleh batas kendali untuk pengolahan data berautokorelasi setelah transformasi ARIMA (1,0,0) sebagai berikut.

$$UCL = B_4 \times \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}\sqrt{\frac{\sigma_\varepsilon^2}{1-\emptyset^2}}$$

$$CL = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}\sqrt{\frac{\sigma_\varepsilon^2}{1-\emptyset^2}}$$

$$LCL = B_3 \times \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}\sqrt{\frac{\sigma_\varepsilon^2}{1-\emptyset^2}}$$

2. Data dengan transformasi ARIMA (1,0,0) yang digunakan dalam membuat batas kendali, diperoleh bagan kendali S lebih sensitif dibandingkan dengan peta kendali S dengan data aktual, sehingga disimpulkan bahwa meskipun dengan menggunakan data awalan yang sama namun dengan metode yang berbeda didapatkan hasil yang berbeda pula.

Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya, yaitu menelusuri lebih mendalam untuk menentukan penggunaan peta kendali yang lebih baik dengan menggunakan metode *Average Run Length* (ARL).

DAFTAR PUSTAKA

Andriani, D. P. (2014, Mei minggu). *Peta Kendali Variabel.* Malang: Teknik industri, Universitas Brawijaya. diambil kembali dari www.debrina.lecture.ub.ac.id.

Cryer, J. (1986). *Time Series Analysis.* United State: PWS-KENT

Indonesia, D. P. (2007). *Gambaran sekilas industri kakao* . diambil dari sumber www. depperin.go.id.

Kabasarang, D. C. (2012). *Uji Normalitas dengan Menggunakan Statistik Jarque-Bera.* Yogyakarta: Universitas Kristen Satya Wacana.

kuswendi, w. (2015). *Bagan Exponentially Weighted Moving Average pada proses Autoregressive Orde satu.* Bandung: Universitas Islam Bandung.

Montgomery, D. C. (2009). *Introduction to Statistical Quality Control Sixth Edition* . New York: John Wiley & Sons, Inc.

Mulyana. (2004). *Analisis Data Deret Waktu.* Padjadjaran: Universitas Padjadjaran.

Nisak, F. (2013). *Analsis pengendalian mutu produk menggunakan statistical process control (SPC).* Jember: Universitas Jember.

Sukarna, A. &. (2006). *Analisis Deret Waktu.* Makassar: Andira Publisher.

Suzana Leitao Russo, M. E. (2012). Applications of control charts Arima for autocorrelated data. *INTECH*, 31-53.

Wei, W. W. (2006). *Time Series Analysis univariate and multivariate methods Second Edition.* Philadelphia: Addison Wesley.